

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報 (B 2)

(11) 特許番号

第 2 9 3 6 7 2 5 号

(45) 発行日 平成11年(1999)8月23日

(24) 登録日 平成11年(1999)6月11日

(51) Int. Cl. 6 識別記号

F 0 2 M 25/07 5 5 0

F 0 1 N 3/24

F 0 2 D 45/00 3 6 8

F I

F 0 2 M 25/07 5 5 0 R

5 5 0 N

F 0 1 N 3/24 R

F 0 2 D 45/00 3 6 8 Z

請求項の数 1

(全 1 1 頁)

(21) 出願番号 特願平2-406183

(22) 出願日 平成2年(1990)12月7日

(65) 公開番号 特開平4-209956

(43) 公開日 平成4年(1992)7月31日

審査請求日 平成9年(1997)2月27日

(73) 特許権者 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 竹島 伸一

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 田淵 経雄

審査官 杉山 豊博

(58) 調査した分野 (Int. Cl. 6, DB名)

F02M 25/07 550

F01N 3/24

F02D 45/00 368

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 酸化雰囲気中でNO<sub>x</sub>を還元可能なゼオライトからなる触媒を、排気系に設けたリーンバーンエンジンにおいて、

エンジンの運転状態を検出する運転状態検出手段、  
触媒に流入する排気中のHC成分のうち炭素数が6以上のHC成分の量を検出するHC成分検出手段、  
EGR制御手段、  
を備え、

前記EGR制御手段は、運転状態に基づいて設定された基準EGR値と前記HC成分検出手段により検出された値からの推定EGR値との偏差が零となる方向にEGR弁開度を補正するEGR補正手段を含むことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

2

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、NO<sub>x</sub>浄化ゼオライト触媒を排気系に具備したEGR付きリーンバーンエンジンの制御に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、リーンバーン・エンジンの排気系にゼオライトからなる触媒を設けることによって、排気空燃比が酸化雰囲気中のNO<sub>x</sub>を浄化（還元）することが知られている。このゼオライト触媒（所謂、リーンNO<sub>x</sub>触媒）は、酸化雰囲気中でNO<sub>x</sub>を浄化するために、炭化水素（HC）を必要とする。（特開昭63-283727号公報参照）リーンNO<sub>x</sub>触媒へ供給するHCを、内燃機関から排出されるHCによって賄う場合、内燃機関の運転状態によっては、HC量が不足する場合がある。このHCが不足する運転状態に排気ガス再循環

(EGR)を利用して、HC不足を解決する技術を既に  
出願している。特願平01-186015では、HCが  
直接酸化するためHCが不足する排気温度高温時に、E  
GRを実行するとともに空燃比をリッチ（それでもリー  
ン）側にしており、EGR率（量）は中負荷、中回転で  
多くしている。特願平02-51741では、NOx排  
出量が多くHCが不足する加速時に、EGRを実行する  
とともに空燃比をリッチ（それでもリーン）側にしてお  
り、EGR率（量）を排気温度が高い程多く設定してい  
る。

### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従  
来技術には、内燃機関の使用に連れてEGR通路、E  
GR弁等にデポジットが付着し、或いは、EGR弁アク  
チュエータ等の経時変化によって、EGR率が設定値から  
はずれ、リーンNOx触媒の浄化率が低下するという問  
題があった。すなわち、内燃機関の使用初期には、リー  
ンNOx触媒の浄化率が最適となる（当然、EGRによ  
るトルク変動、NOx排出量によっても左右される）E  
GR率でEGRが供給され、リーンNOx触媒の浄化率  
は高率に維持されているが、機関を使用するにいて、  
上記の理由により、EGR率が設定値から外れ、リー  
ンNOx触媒の浄化率が低下してしまうという問題があ  
った。

ところで、リーンバーンエンジンにEGRを供給する  
と、排気中のHC成分のうち大きなHC成分（トル  
エン、イソオクタン等C6以上のHC）が増加すること  
がわかった。また、EGRによって増大する大きなHC成  
分の量は、エンジン回転速度（NE）が高回転側程、及  
びEGR率が大きい程、増大する。したがって、排気中  
の大きなHC成分の量を検出すれば、その時のEGR率  
が推定できる。本発明は、排気中のHCのうち大きなH  
C成分の量を検出して、その時のEGR率を推定し、推  
定したEGR率と設定EGR率の偏差をなくすようにE  
GR率を補正し、EGR率の変動を防止して、リーンN  
Ox触媒の浄化率を向上することを目的とする。

### 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の手段は、図1に  
示すように、酸化雰囲気中でNOxを還元可能なゼオラ  
イトからなる触媒6を、排気系4に設けたリーンバーン  
エンジンにおいて、運転状態検出手段3、触媒に流入す  
る排気中のHC成分のうち大きな（炭素数が6以上の）  
HC成分の量を検出するHC成分検出手段5、EGR制  
御手段1を備え、EGR制御手段1は、運転状態に基  
づいて設定された基準EGR値とHC成分検出手段5によ  
り検出された値からの推定EGR値との偏差がゼロとな  
る方向にEGR弁10の開度を補正するEGR補正手段7  
を含む。

### 【0005】

【作用】リーンバーンエンジン2のため排気空燃比は酸

化雰囲気となるが、ゼオライトからなる触媒6によって  
NOxが還元・浄化される。EGR弁開度は、運転状態  
に基づいて設定された基準EGR値とHC成分検出手段  
5により検出された値からの推定EGR値との偏差がゼ  
ロとなる方向に補正される。したがって、推定したE  
GR率と基準EGR値に基づいた設定EGR率の偏差をな  
くすようにEGR弁10の開度が補正されるので、経時変  
化等によるリーンNOx触媒の浄化率低下が防止され  
る。

### 10 【0006】

#### 【実施例】第1実施例

図2は、本発明に係わる内燃機関の制御装置の一実施例  
を示す全体概略図である。図2において、内燃機関2の  
吸気通路8には圧力センサ26が設けられている。圧力  
センサ26は吸入空気圧を直接計測する半導体式のもの  
であって、吸入空気圧に比例したアナログ電圧の出力信  
号を発生する。この出力信号は制御回路40のマルチプ  
レкса内蔵AD変換器51に提供されている。図示しな  
いディストリビュータには、その軸がたとえばクランク  
角に換算して720°毎に基準位置検出用パルス信号を  
発生するクランク角センサ36とクランク角に換算して3  
0°毎に基準位置検出用パルス信号を発生するクランク  
角センサ38が設けられている。30°CA毎のクラン  
ク角センサ38はNE検出手段を構成する。これらクラン  
ク角センサ36、38のパルス信号は制御回路40の  
入出力インターフェイス52に供給され、このうちクラン  
ク角センサ36、38の出力はCPU（セントラルプ  
ロセッサユニット）53の割込み端子に供給される。さ  
らに、吸気通路8には各気筒毎に燃料供給系から加圧燃  
料を吸気ポートへ供給するための燃料噴射弁22が設け  
られている。また内燃機関2のシリンダブロックのウォ  
ータジャケット（図示せず）には、冷却水の温度を検出  
するための水温センサ34が設けられている。水温セン  
サ34は冷却水の温度THWに応じたアナログ電圧の電  
気信号を発生する。この出力もA/D変換器51に供給  
されている。EGR弁10のアクチュエータは、制御回  
路40の入出力インターフェイス52からの出力により  
制御されるステップモータを内蔵している。内燃機関2  
の排気系4には、遷移金属或いは貴金属を担持せしめた  
ゼオライトからなり、酸化雰囲気中、HC存在下で、N  
Oxを還元するリーンNOx触媒6が設けられる。ま  
た、リーンNOx触媒6の下流に、HC、COを高率に  
浄化する酸化触媒24が設けられている。なお、酸化触  
媒24の代わりに三元触媒を用いてもよい。制御回路40  
は、たとえばマイクロコンピュータとして構成され、A  
/D変換器51、入出力インターフェイス52、CPU  
53の外に、ROM（リーノンメモリ）54、RAM  
（ランダムアクセスメモリ）55、バックアップRAM  
56、クロック発生回路57等が設けられている。ま  
た、制御回路40において、ダウンカウンタ58、フリ

ップフロップ59、および駆動回路60は燃料噴射弁22を制御するためのものである。すなわち、後述のルーチンにおいて、燃料噴射量TAUが演算されると、燃料噴射量TAUがダウンカウンタ58にリセットされると共にフリップフロップ59もセットされる。この結果、駆動回路60が燃料噴射弁22の付勢を開始する。他方、ダウンカウンタ58がクロック信号（図示せず）を計算して最後にそのボローアウト端子が“1”レベルとなったときに、フリップフロップ59がセットされて駆動回路60は燃料噴射弁22の付勢を停止する。つまり、上述の燃料噴射量TAUだけ燃料噴射弁22は付勢され、従って、燃料噴射量TAUに応じた量の燃料が内燃機関2の燃焼室に送り込まれることになる。なお、CPU53の割込み発生は、A/D変換器51のA/D変換終了後、出力インターフェイス52がクランク角センサ38のパルス信号を受信した時、クロック発生回路57からの割込み信号を受信した時、等である。圧力センサ26の吸入空気圧データデータPM、冷却水温データTHW、及び排気ガス温度TEXは所定時間もしくは所定クランク角毎に実行されるA/D変換ルーチンによって、取込まれ、RAM55におけるPM、THW、及びTEXは所定時間毎に更新されている。また、回転速度データNEはクランク角センサ38の30°CA毎の割込みによって塩酸されてRAM55の所定領域に格納される。

【0007】HCセンサ50はEGR通路に設けられている。これは、HCセンサ50の耐熱性・熱劣化を考慮し、比較的低温であるEGR通路に設けたものである。HCセンサ50の耐熱性・熱劣化さえ確保できれば、リーンNOx触媒6上流の排気通路であっても良い。このHCセンサ50は、EGRガス（排気ガス）中のHC成分のうち、大きなHC成分の量を検出するものであり、HC成分検出手段である。

【0008】図3は、EGR制御ルーチンであり、所定時間毎に割り込み処理される。ステップ101では、EGR条件が成立しているかが判断される。例えば、冷却水温（THW）>80℃かつスロットル全閉以外

（LLOFF）が成立していると、EGR条件が成立していると判断する。EGR条件が成立していると判断されると、ステップ102へ進み、EGR条件が成立していないと判断されると、ステップ103へ進み、EGR弁開度TEGR（ステップ数）を0とするとともに、フラグXEGRを0とする。ステップ102では、フラグXEGRを1として、ステップ104に進み、負荷（吸気圧PM）とNEからマップA（図8）より基準EGR弁開度SEGRを演算する。このSEGRは、各運転状態において、燃費とドラビリ（含む、トルク変動）及びNOx排出量が両立する空燃比及びEGR率となるように基本設定されたものに対して、さらに、リーンNOx触媒6の浄化率が向上するように、排気中の酸素濃度及

びHC成分を考慮して設定されたものであり、実験等により求める。一般的に、リーンNOx触媒6の浄化率を向上するためには、排気温度が高い高負荷側及び高NE側では、基本設定されたEGR率に対して大きなEGR率とする。これは、EGR等を増大すると、高温時にNOx浄化に有効な大きなHC成分が多く排出されるため、及び、酸素濃度が低下してHCの直接酸化される量が少なくなるためである。ステップ105では、後述のEGR補正值算出ルーチンで算出されたFEGRを用いてEGR弁開度TEGRを、 $TEGR = SEGR * FEGR$ として算出する。これによって、EGR率（量）経時変化が補償される。ステップ106では、EGR弁開度をTEGRとするべく、EGR弁の駆動処理がなされる。

【0009】図4は、EGR補正值算出ルーチンであり、所定時間毎に割り込み処理される。ステップ210では、XEGR=1か否かが判断される。XEGR=0でありEGRが実行されていないと判断されると、このルーチンを終了し、XEGR=1でありEGRが実行されていると判断されると、ステップ202へ進む。ステップ202では、定常走行中か否かが判断される。例えば、スロットル開度（TA）の変化率が所定値以下であり、かつ、車速の変化率が設定値以下の時に定常走行と判断して、ステップ203へ進む。そうでない時（定常走行中でない時）には、このルーチンを終了する。ステップ203では、その時のPMとNEに対応する基準EGR値MEGをROMから読み出す。この基準EGR値MEGは、マップAのEGR弁開度SEGRでEGRを供給した場合に、排気中に存在する大きなHC成分量を表す値であり、実験によって求められ、ROM内に記憶しておく、EGRによって生成される大きなHC成分は、同一EGR率なら高NE側程多くなり、同一NEならEGR率が大きい程多くなる。したがって、基準EGR値MEGは、図5に示すように、EGROFF時の値に対して、高NE値程大きくなる。ステップ204では、HCセンサ50から検出された、現在排気中に存在する大きなHC成分量を表す値DEGと基準EGR値MEGからFEGRiを算出する。

$$FEGRi = MEG / DEG$$

ステップ205では、FEGRiの値によって、EGR補正值FEGRを更新する。具体的には、

①.  $9.95 \leq FEGRi \leq 1.05$  のとき：現在のFEGRを維持（なにもしない）

②.  $FEGRi < 9.95$  のとき： $FEGR \leftarrow FEGR - 0.05$

③.  $FEGRi > 1.05$  のとき： $FEGR \leftarrow FEGR + 0.05$

とFEGRを更新して、RAMに記憶する。（なお、FEGRの初期は、1.0である。）

【0010】図6は、噴射量制御ルーチンであり、所定

クランク角毎 (360° CA 毎) に割り込み処理される。ステップ 401 では、PM、NE 及び SEGR に基づいて基本噴射量 TP を算出する。すなわち、PM、NE の 2 次元マップから求めた TPB と、SEGR から求めた EGR による補正值 TPE から、

$$TP = TPB \times (1 - TPE)$$

として、基本噴射量 TP を求める。TPE は、EGR の流入による新気量の低下 (PM の上昇) を補正するものであり、基準 EGR 弁開度 SEGR と NE に依存し、例えば、SEGR に比例し NE に反比例する。この TPE は、

予めマップとして ROM に格納しておき、補間演算して算出する。(EGR 弁開度が 0、すなわち EGR を供給していない時には、TPE = 0 となる。) ここで、TPE は TEGR でなく、基準 EGR 弁開度 SEGR に基づいて演算される。すなわち、TPE のマップは、機関初期状態における EGR 弁開度 (ステップ数) に対して実験で求めた EGR 量に基づいて設定されている。これに対して、TEGR は経時変化等による EGR 量の変化補正後の EGR 弁開度のため、TEGR から TPE を

演算しても、現在の EGR 量による新気量低下分を補正できない。(EGR 弁開度 TGER による EGR 量に対する新気量低下分が、TPE のマップから SEGR を用いて算出する EGR 量による低下分と等しい。) これによって、基本噴射量 TP は、EGR 作動による新気量低下 (PM 上昇) が補正されて、理論空燃比相当値になる。ステップ 402 では、リーン運転条件か否かが判断される。例えば、冷却水温 THW が所定値以上であれば、リーン運転条件であると判断する。リーン運転条件でなければ、ステップ 403 に進み、リーン運転条件と判断されるとステップ 404 に進む。ステップ 403 では、リーン補正係数 KLEAN を 1.0 とする。ステップ 404 では、XEGR が 1 か否か、すなわち EGR が実行されているか否かを判断する。XEGR = 0 で EGR が実行されていない時にはステップ 405 に進み、XEGR = 1 で EGR が実行されている時にはステップ 406 に進む。ステップ 405 では、PM に基づきマップ B

(図 9) から係数 KLEAN PM を求める。また、ステップ 406 では、PM に基づきマップ C (図 10) から係数 KLEAN PM を求める。マップ B と C を比較すると (マップ C 内に点線で示したのが、マップ B の値である)、EGR が流入された状態の方 (マップ C) が大きくされ、EGR 作動中には、EGR 非作動中に対して、ややリッチ側とされる。ステップ 407 では、NE に基づきマップ D (図 11) から係数 KLEAN NE を演算する。ステップ 408 では、リーン補正係数 KLEAN を

$KLEAN = KLEAN_{PM} \times KLEAN_{NE}$  として演算する。ステップ 409 では、最終燃料噴射量 TAU を

$$TAU = TP \times KLEAN \times \alpha + \beta$$

により演算する。(α, β は、暖機補正、加速増量等の補正係数) ステップ 410 では、噴射量 TAU をダウンカウンタ 58 にセットするとともに、フリップフロップ 59 をセットして、燃料噴射を開始させる。噴射量 TAU に相当する時間が経過すると、ダウンカウンタ 58 のボローアウト信号によってフリップフロップ 59 がセットされて燃料噴射は終了する。

【0011】第 1 実施例の作用を説明する。機関の使用初期には、EGR 弁開度に対して設定量の EGR が流入するので、基準 EGR 値 MEG と HC センサ 50 から検出される DEG とは略等しく、図 4 の EGR 補正值算出ルーチンで換算される FEGR は略 1.0 となる。機関の使用につれて、経時変化等によって EGR 弁開度に対する EGR 量が変動すると、EGR 量 (率) の変化によって (同一運転状態における) 排気中の大きな HC 成分の量が変化するため、基準 EGR 値 MEG と HC センサ 50 から検出される DEG に偏差が生じる。すると、FEGR が更新されて、MEG と DEG との変化が 0 となる方向に EGR 弁開度 (EGR 率、EGR 量) を補正する。すなわち、DEG が MEG より大きい時には、FEGR を小さくして EGR 弁開度を減少補正 (大きな HC 成分量を減少) し、DEG が MEG より小さい時には、FEGR を大きくして EGR 弁開度を増大補正 (大きな HC 成分量を増大) する。これによって、経時変化等により EGR 量の変動が防止でき、リーン NOx 触媒 6 の浄化率の低下が防止できる。さらに、燃焼組成の変化によりリーン NOx 触媒 6 の浄化率低下も防止できる。すなわち、マップ A の基準 EGR 弁開度 SEGR は、EGR による排気中の酸素濃度 (或いは HC 濃度) のみでなく、EGR による HC 成分の変化も考慮してリーン NOx 触媒 6 の浄化率を向上するように設定されている。例えば、排気温度が高温となる運転時には、EGR によって大きな HC 成分が増大するように設定 (EGR 率を増大) している。したがって、使用燃料の違いにより、大きな HC 成分の排出量が増大すると、リーン NOx 触媒 6 の浄化率が低下する。例えば、排気温度が高温の運転状態において、大きな HC 成分の量が低下すると浄化率が低下する。これは排気高温時には、直接酸化し難い大きな HC 成分が有効に作用するためである。また、排気温度が比較的低温な時に大きな HC 成分が増大すると、浄化率が低下する。このため、排気低温時には大きな HC 成分が部分酸化し難く、NOx 浄化に有効に作用しない。しかし、本実施例では、大きな HC 成分の量を検出して、大きな HC 成分量が基準値になるように EGR 率を補正するものであるため、使用燃料の違いによる燃料組成の変化によって (各運転状態における) 大きな HC 成分量が変化しても、大きな HC 成分が基準値となるような EGR 率に設定されるので、このような燃料組成の変化によるリーン NOx 触媒 6 の浄化率の低下も防止できる。

## 【0012】第2実施例

第2実施例は、第1実施例に対して、EGR補正值FEGRの算出方法が異なるのみであるので、FEGRの算出方法のみを説明する。図7は、第2実施例のFEGRの算出ルーチンであり、図4とステップ203をステップ501、502に置き換えたものであり、他は同一であるので、ステップ501、502のみを説明する。ステップ501では、PMがFEGR算出領域か否かが判定される。このFEGR算出領域は、比較的使用頻度の高い運転領域におけるPM値が設定されており、また、その設定幅は、EGR弁開度の変化が数%程度であるように設定されている。PMがFEGR算出領域であるとステップ502へ進む。ステップ502では、その時のNEからマップ(図12)より基準EGR値MEGを求める。マップEは、PMがFEGR算出領域内のPM値である時に、排気中に存在する大きなHC成分の量を回転数毎に実験で求めたものであり、図5と同様に、EGROFF時の値に対して高NE側程大きくなる。ステップ502の後、ステップ204に進み、後は第1実施例と同一である。この第2実施例によれば、FEGRの算出のため、基準EGR値MEGの記憶容量を低下することができる。作用は、第1実施例と同一である。

## 【0013】

【発明の効果】本発明によれば、排気中の大きなHC成分量が基準値となるように、EGR弁開度を補正しているので、経時変化等により(推定)EGR率(量)が設定値からずれることを防止でき、リーンNO<sub>x</sub>触媒の浄化率の低下を防止できる。また、燃料組成の変化等により、大きなHC成分の量が変化してリーンNO<sub>x</sub>触媒の浄化率が低下することも防止できる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る内燃機関の制御装置の基本ブロッ

ク図である。

【図2】本発明に係る内燃機関の制御装置の系統図である。

【図3】本発明の第1実施例に係るEGR制御フローチャートである。

【図4】本発明の第1実施例に係るEGR補正值算出サブルーチンのフローチャートである。

【図5】本発明の第1実施例に係るエンジン回転速度NE-基準EGR値MEG特性図である。

【図6】本発明の第1実施例に係る噴射量制御フローチャートである。

【図7】本発明の第2実施例に係るEGR補正值算出ルーチンフローチャートである。

【図8】負荷(吸気圧PM)とエンジン回転速度NEから基準EGR弁開度SEGRを求めるマップAである。

【図9】負荷(吸気圧PM)からリーン補正係数LEAN PMを求めるマップBである。

【図10】負荷(吸気圧PM)からもう一つのリーン補正係数KLEAN PMを求めるマップCである。

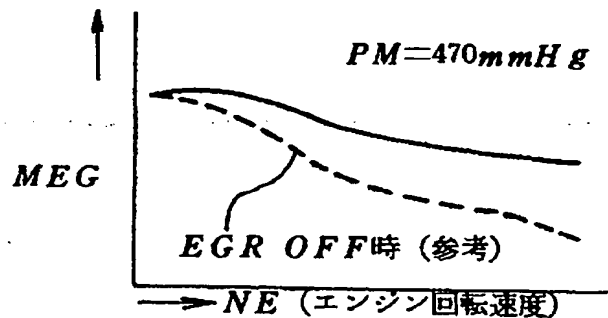
【図11】エンジン回転速度NEからリーン補正係数LEAN NEを求めるマップDである。

【図12】エンジン回転速度NEから基準EGR値MEGを求めるマップEである。

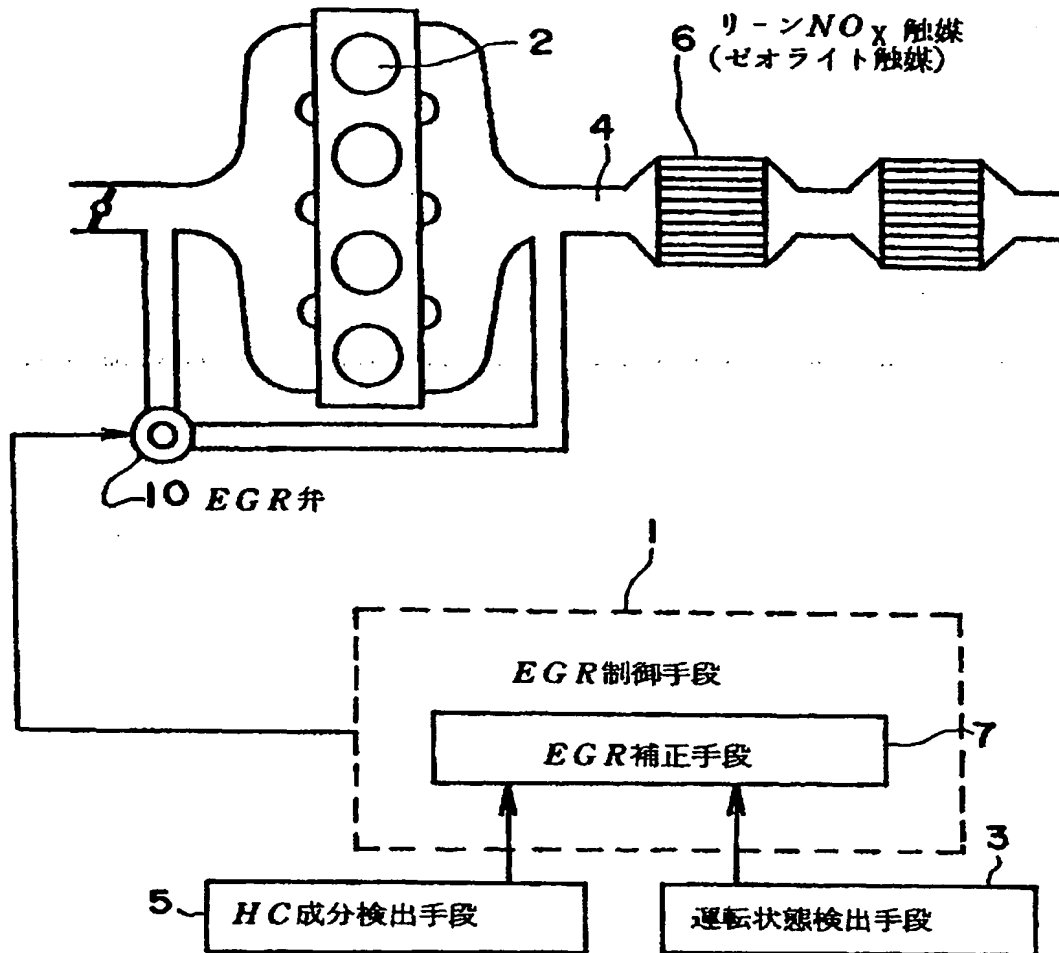
## 【符号の説明】

- 1 EGR制御手段
- 2 内燃機関
- 3 運転状態検出手段
- 4 排気系
- 5 HC成分検出手段
- 6 ゼオライト触媒(リーンNO<sub>x</sub>触媒)
- 7 EGR補正手段
- 10 EGR弁

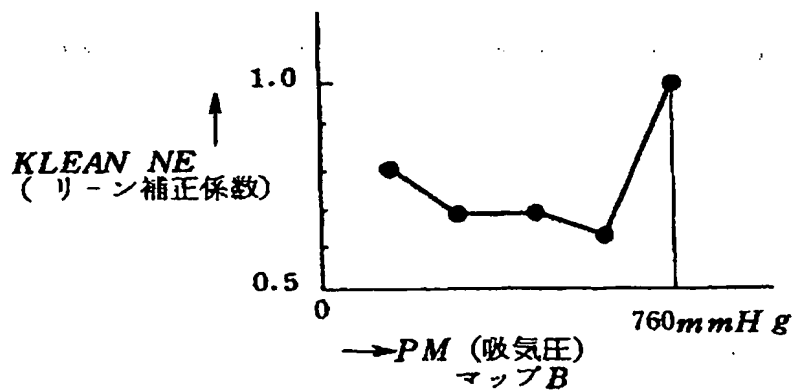
【図5】



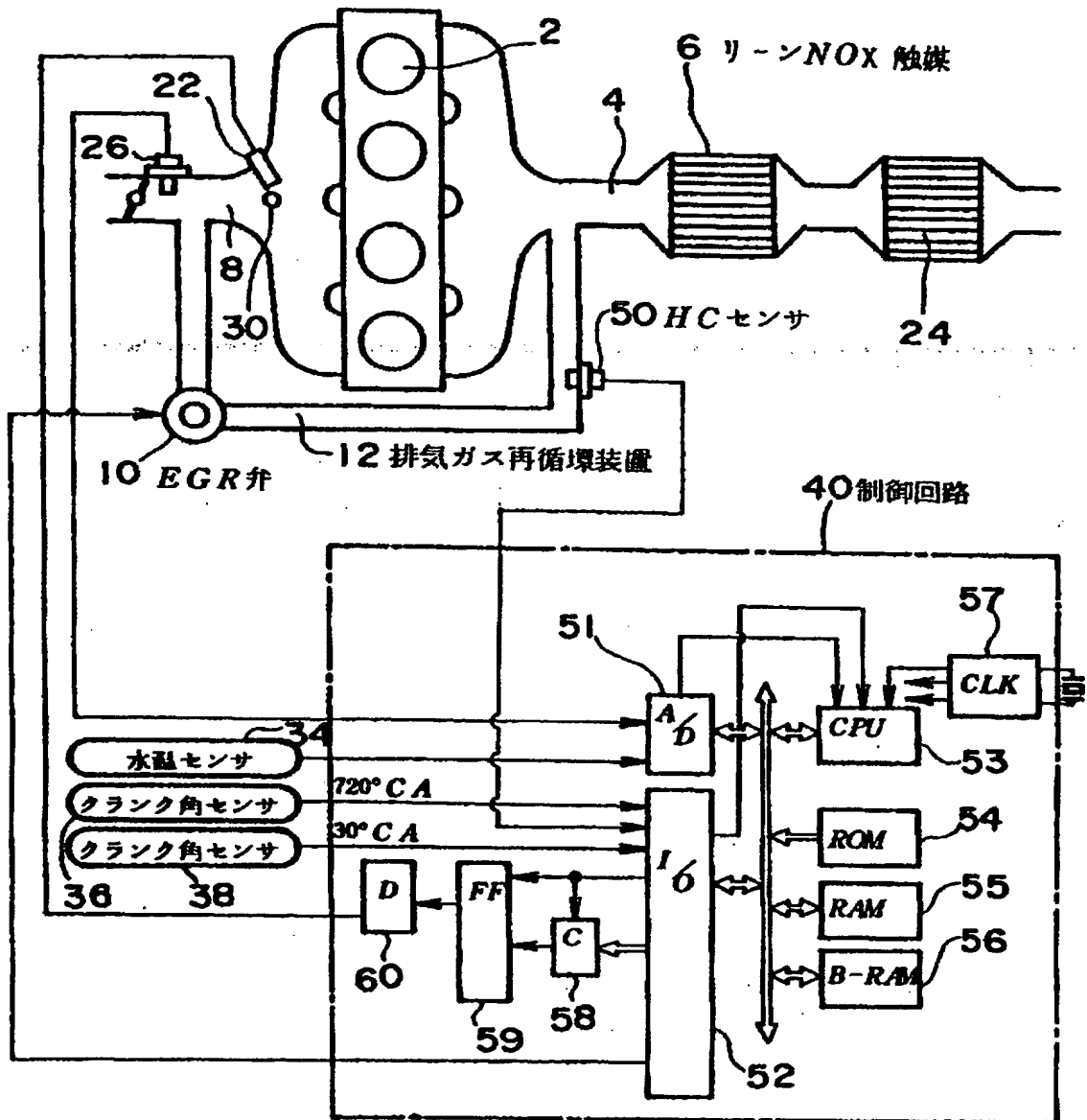
【図1】



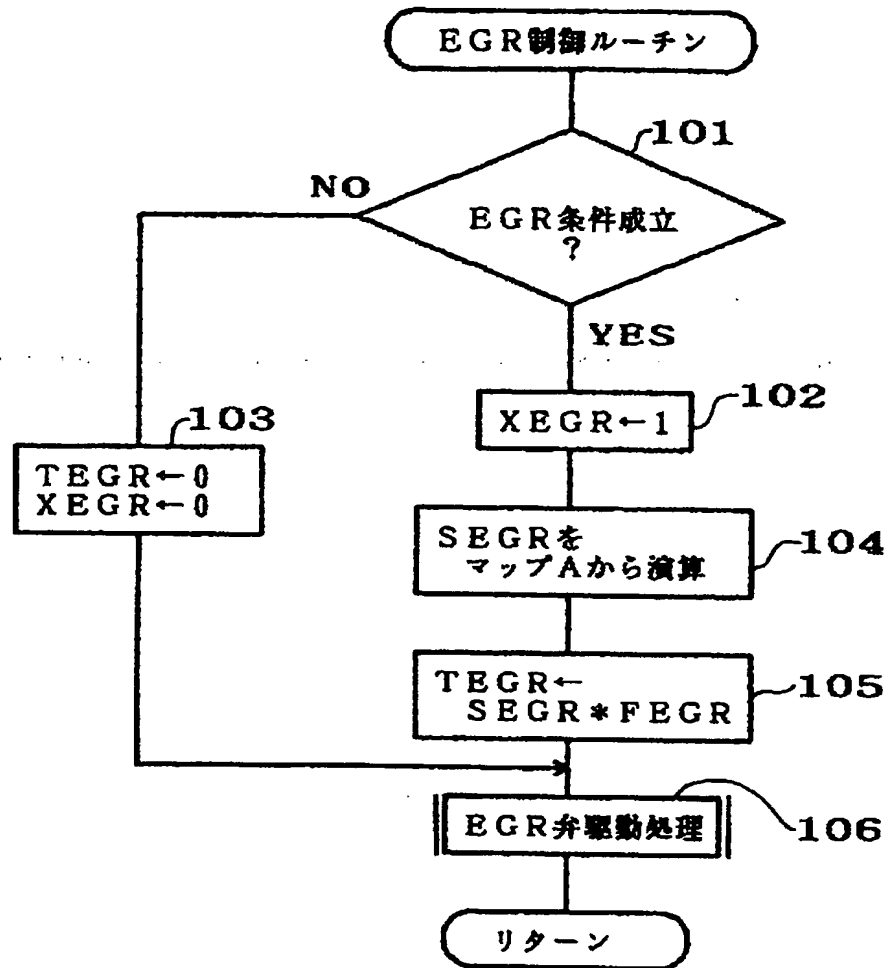
【図9】



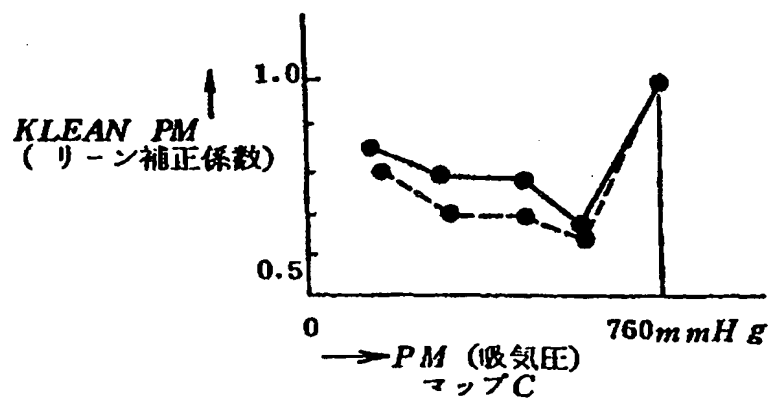
【図2】



【図 3】

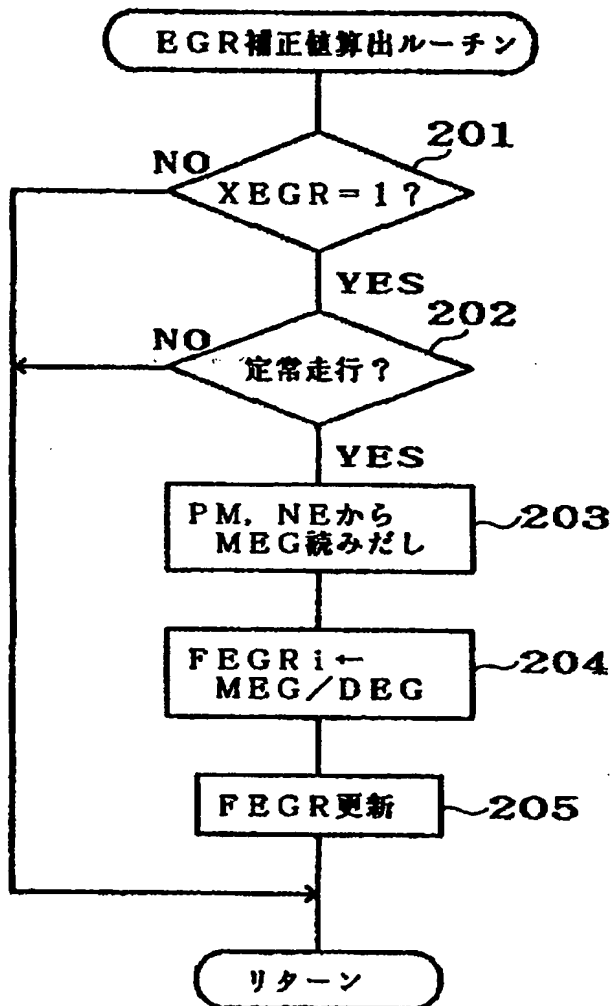


【図 10】

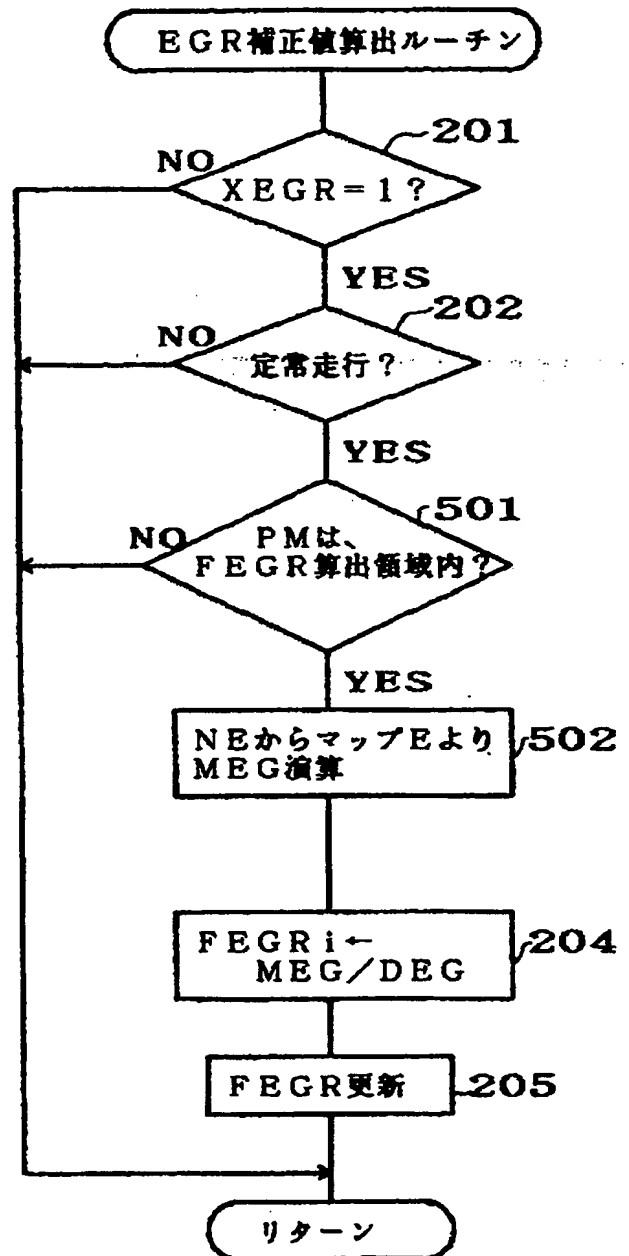




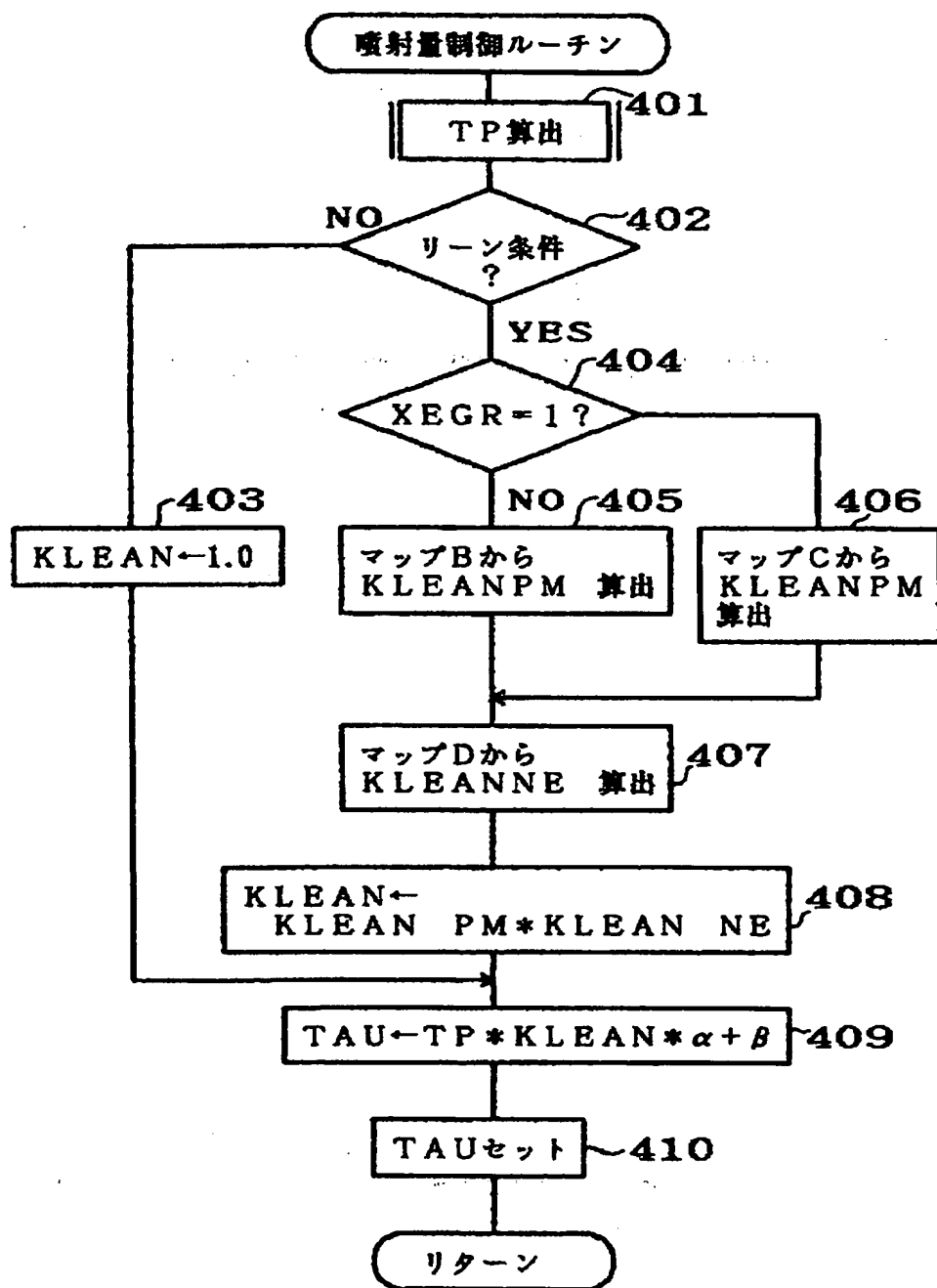
【図4】



【図7】



【図6】

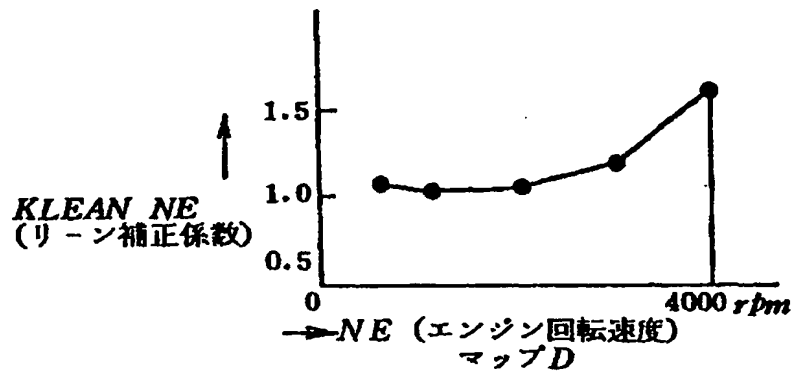


【図 8】

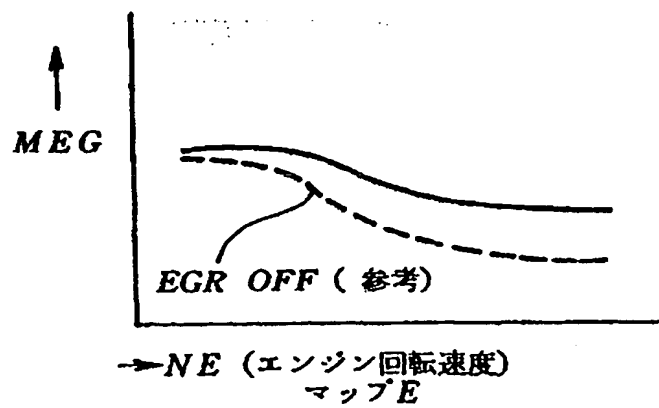
|                           |    | N E × 100 rpm |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------------------------|----|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                           |    | 8             | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 |
| P<br>M<br>×<br>10<br>mmHg | 21 | 0             | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
|                           | 29 | 2             | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 0  |
|                           | 37 | 8             | 14 | 20 | 30 | 32 | 30 | 30 | 30 | 25 | 20 | 0  |
|                           | 45 | 14            | 28 | 40 | 42 | 42 | 42 | 40 | 35 | 30 | 20 | 0  |
|                           | 52 | 20            | 34 | 43 | 50 | 50 | 50 | 50 | 36 | 27 | 19 | 0  |
|                           | 60 | 8             | 17 | 20 | 32 | 35 | 35 | 29 | 20 | 18 | 16 | 0  |
|                           | 68 | 2             | 4  | 8  | 7  | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 0  |
|                           | 76 | 0             | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

マップ A : SEGR (最大ステップ数 : 50)

【図 11】



【図 12】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**